
Ultrabreitband-Kommunikationssystem für sehr hohe Datenraten

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Ultrabreitband-Sendevorrichtung, eine Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung sowie eine Ultrabreitband-Sende-Empfangsvorrichtung.

5

Ultrabreitbandige (ultra wide band, UWB) Datenübertragungsverfahren arbeiten mit impulsförmigen Signalen, die im Zeitbereich so geformt und angeordnet werden, dass eine möglichst homogene spektrale Leistungsdichteverteilung resultiert, die aber nie die maximal zulässige Störleistung innerhalb verschiedener Frequenzbänder übersteigt. UWB-Verfahren sind interessant, da sie nicht lizenzpflichtig sind und hohe Übertragungskapazitäten erlauben.

10

Anstelle der bei drahtloser Übertragung üblichen modulierten schmalbandigen Trägersignale werden bei UWB-Datenübertragungsverfahren kurze Impulse mit einer Impulslänge im Bereich von Nanosekunden oder kürzer erzeugt, die ein

15

breites Frequenzspektrum, beispielsweise von 3,1 GHz bis 10,6 GHz aufweisen. Von ultrabreitbandiger (ultra wide band, UWB) Datenübertragungsverfahren spricht man im allgemeinen, wenn der Quotient aus der Summe und der Differenz der beiden Grenzfrequenzen 8 oder weniger beträgt. Im genannten Beispiel beträgt der Quotient etwa 2,1. Gemäß einer alternativen Definition ultrabreitbandiger Datenübertragungsverfahren soll die Bandbreite mindestens 500 MHz betragen.

Existierende impuls-basierte Ultrabreitband-Übertragungsverfahren leiden unter dem Problem, dass sie für sehr hohe Datenraten nur unzureichend geeignet sind. Der Grund dafür liegt hauptsächlich in der bei Erhöhung der Datenrate zunehmenden Intersymbol-Interferenz (ISI).

Ein Beispiel eines solchen Verfahrens ist das unter der Marke „PulsON“ bekannte Verfahren der Firma Time Domain, beschrieben in dem Dokument „PulsON® Technology Overview“, veröffentlicht beispielsweise unter [http:// www. timedo- main. com/ Files/ downloads/ techpapers/ PulsONOverview7_01.pdf](http://www.timedomain.com/Files/downloads/techpapers/PulsONOverview7_01.pdf).

Bei diesem Verfahren wird die zu übertragende Information in Form einer Impulspositionsmodulation kodiert. Der zeitliche Abstand in diesem Verfahren verwendeter Gausscher Einzelzyklus-Impulse zum jeweils vorangehenden Impuls innerhalb einer das Bit repräsentierenden Impulsfolge ist entweder 100 ps geringer („0“) oder 100 ps größer („1“) als ein bit-übergreifender Zeitabstandsmittelwert von 100ns.

Unterschiedliche Kanäle werden bei diesem vorbekannten Verfahren durch eine Kodierung gebildet, bei der Einzelzyklusimpulse mit einer Verzögerung versendet werden, die einer Pseudo-Zufallsfolge gehorcht. Jedem Kanal ist eindeutig eine Pseudo-Zufallsfolge zugeordnet. Sender und zugeordneter Empfänger müssen über dieselbe Pseudo-Zufallsfolge verfügen, um mit einander auf einem Kanal kommunizieren zu können. Der Empfänger entschlüsselt im empfangenen Signal mit Hilfe der ihm zur Verfügung stehenden Pseudo-Zufallsfolge zunächst die Ka-

nal-Kodierung und ermittelt anschließend die durch Impulspositionsmodulation dem Signal eingetragene Information.

5 Für bekannte Systeme wie dieses ist die obere Grenze der möglichen Datenrate durch folgende Überlegung bestimmt: Will man die Datenrate erhöhen, so muss man die Träger der Information, die Impulse (Chips), in zeitlich kürzeren Abständen aussenden. Werden diese zeitlichen Abstände jedoch sehr kurz, typischerweise geringer als 50 ns, so können an der Empfängerantenne zeitlich abschnittsweise überlappende Signale ein und desselben Senderimpulses interferieren, die beispielsweise aufgrund von Reflexionen oder einer Mehrwegeausbreitung auf verschiedenen Wegen dorthin gelangen. Die Zuordnung einzelner Impulse (Chips) zu einem Symbol (Bit) auf Empfängerseite wird auf diese Weise erschwert oder unmöglich. Damit ist die Übertragung gestört und die höchst mögliche Datenrate überschritten.

15

Aus dem Dokument Zeisberg, S; Müller, C.: Siemes, J.: Performance Limits of Ultra-Wideband Modulation Principles; IEEE Global Telecommunications Conference GLOBECOM01, 25.-29. November 2001, Vol. 2, S. 816-820 ist es bekannt, in einem UWB-Übertragungsverfahren zu übertragende Bit-Information über viele Einzelimpulse (chips) zu verteilen. Da der Wert eines Bits über eine größere Anzahl von Einzelimpulsen auf ein Symbol verteilt wird, spricht man in diesem Zusammenhang von einem von einer senderseitigen Zeitspreizung (time spreading) des Symbols. Im Empfänger wird der Bitwert durch Aufsummierung der Energie der Einzelimpulse rekonstruiert („soft integration of chip correlation“).

20 Die Aufspreizung der Information auf viele Impulse führt jedoch zu einer dramatischen Reduzierung des Datendurchsatzes. Zur Vermeidung dieses Effektes beschreibt dieses Dokument die Möglichkeit, eine zeitliche Überlappung unterschiedlicher Symbole („time overlap between transmitted symbols“) einzuführen. Ein Beispiel solches Verfahren wird als „Overlapping Pulse Position Modulation“ (OPPM) bezeichnet. Die Überlappung von Einzelimpulsen eines Symbols mit denen anderer Symbole führt jedoch zu unerwünschten Kollisionen und damit zu Bitfehlern (bit errors).

25 30

Aufgabe der Erfindung ist es, ein UWB-Übertragungsverfahren anzugeben, dass auch bei besonders hohen Datenraten eine fehlerarme Datenübertragung ermöglicht.

5 Die Aufgabe wird gelöst durch ein Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren gemäß Anspruch 1, eine Ultrabreitband-Sendevorrichtung gemäß Anspruch 7, eine Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung gemäß Anspruch 23 sowie eine Ultrabreitband-Sende-Empfangsvorrichtung gemäß Anspruch 29.

10 Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren bereit gestellt, dass die folgenden Schritte aufweist:

Der Sender führt einen ersten Kodierschritt aus, bei dem eine Impulsgruppe, die
15 aus einer vorbestimmten Anzahl Einzelimpulsen gebildet wird, in Abhängigkeit von Werten einer Zufallszahlenfolge kodiert wird. Der Empfänger führt einen Korrelationsschritt aus, in dem eine Korrelation eines Empfangssignals mit einem Signalmuster durchgeführt wird. Dabei entspricht das Signalmuster der bei der Verwendung der selben Werte der Zufallszahlenfolge zu erwartenden gesamten
20 Impulsgruppe.

Bei dem erfindungsgemäßen Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren verwendet der Sender zur Übertragung von Informationen Impulsgruppen, die aus einer vorbestimmten Anzahl Einzelimpulsen gebildet werden. Diese Impulsgruppen bilden den Träger der zu übertragenden Informationen. Sie enthalten
25 dagegen zunächst nicht die zu übertragende Informationen selbst. Für die Übertragung von Information durch die Impulsgruppe ist ein zweiter Codierschritt erforderlich, der Gegenstand weiter unten beschriebener bevorzugter Ausführungsformen ist.

30 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird weiterhin senderseitig eine Impulsgruppe aus einer vorbestimmten Anzahl Einzelimpulsen auf eine solche Weise gebildet, dass sich die Einzelimpulse, die eine Gruppe bilden, nach der Impuls-

formung teilweise zeitlich überlappen. Die zeitliche Folge der Einzelimpulse einer Impulsgruppe ist also so eng, dass die Einzelimpulse sich nach der Impulsformung teilweise überlagern. Damit überwindet das erfindungsgemäße Verfahren die bekannten UWB-Informationsübertragungsverfahren zugrunde liegende Vorstellung, dass der mittlere Abstand zwischen zwei Impulsen um ein Vielfaches größer sein muss als deren Dauer. Nach dieser bisher vorherrschenden Technik blieben die Einzelimpulse unabhängig von den verwendeten Modulationsverfahren und Kodierungsmöglichkeiten einzeln zu detektierende Ereignisse beim Empfänger. Dabei spielte es bei den bekannten Verfahren keine Rolle, ob die zu übertragende Information auf einen oder viele Impulse verteilt wurde.

Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee ist es dagegen, Impulsgruppen von Einzelimpulsen zu bilden, die durch eine teilweise zeitliche Überlappung der Einzelimpulse und eine Kodierung eine individuelle Struktur in Form des zeitlichen Signalamplitudenverlaufes haben. Mit anderen Worten, die Dauer der Einzelimpulse ist länger als ihr Abstand zum nächsten Impuls, wodurch durch Superposition (Überlagerung) eine resultierende individuelle Form der Gruppe entsteht, die von der Art und Dauer der zeitlichen Überlappung der Einzelimpulse abhängt. Ein wesentlicher Unterschied zu dem bekannten OPPM-Verfahren ist, dass bei dem erfindungsgemäßen Übertragungsverfahren die Einzelimpulse ein und desselben Symbols mit vorteilhafter Wirkung zur zeitlichen Überlappung gebracht werden. Dagegen verwendet OPPM Symbole aus Einzelimpulsen, wobei die Einzelimpulse einen großen zeitlichen Abstand von einander aufweisen. Unterschiedliche Symbole können bei OPPM zeitlich übereinander geschoben werden. Die Einzelimpulse unterschiedlicher Symbole dürfen sich dabei nicht zeitlich kreuzen, um Übertragungsfehler zu vermeiden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist die Detektion der gesendeten Impulsgruppe am Empfänger ist nur als Ganzes möglich, und zwar indem die senderseitig verwendete Kodierung dem Empfänger bekannt ist. Der Empfänger kennt im erfindungsgemäßen Verfahren insbesondere die Anzahl der Einzelimpulse pro Impulsgruppe. Er bildet unter Heranziehung der mit dem Sender gemeinsamen Zufallsfolge entsprechende Signalmuster und führt eine Korrelation eines

Empfangssignals mit einem jeweiligen Signalmuster durch. Dabei wird zum einen senderseitig die Impulsgruppe in Abhängigkeit von Werten einer Zufallszahlenfolge kodiert und werden zum anderen empfängerseitig bei der Bildung des Signalmusters die selben Werte der Zufallszahlenfolge verwendet. Das Verfahren
5 des vorliegenden Aspektes der Erfindung setzt voraus, dass Sender und Empfänger über die selbe Zufallszahlenfolge verfügen und eine Synchronisierung der Zufallszahlenfolge durchführen. Dies ist jedoch mit bekannten Mitteln leicht zu bewerkstelligen.

10 Der entscheidende Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass eine Impulsgruppe über die Kodierung im ersten Kodierschritt eine eindeutige Markierung enthält, die sie von anderen Impulsgruppen unterscheidbar macht. Damit kann der Empfänger zum einen zwischen den Impulsgruppen verschiedener Sender unterscheiden, die unterschiedliche Codes verwenden. Die Korrelation
15 mit einem Signalmuster, das der zu erwartenden gesamten Impulsgruppe entspricht, schafft weiterhin die Möglichkeit, zeitlich versetzte Kopien einer Impulsgruppe (z. B. durch Mehrwegeausbreitung, Reflexion) wiederzuerkennen. Das wiederum erlaubt, den zeitlichen Abstand zwischen den Impulsgruppen zu verringern und damit die übertragene Datenrate zu erhöhen. Sogenannte RAKE-
20 Empfänger können eingesetzt werden, um die Signalenergie zeitversetzter Kopien einer Impulsgruppe im Empfänger zusammenzuführen. Es kann daher auf die Einhaltung hoher Zeitabstände verzichtet werden. Das erfindungsgemäße Verfahren arbeitet beispielsweise noch bei Zeitabständen der Einzelimpulse voneinander im Bereich von einigen 100 ps. Das zeitliche Überlagern der Einzel-
25 impulse führt zu einem für die gesendete Impulsgruppe charakteristischen Signalmuster, das von den Werten der Zufallszahlenfolge abhängig ist. Da der Empfänger über die selbe Zufallszahlenfolge verfügt und das der Korrelation zugeführte Signalmuster eine entsprechende Kodierung aufweist, ist es möglich auch Signalgruppen mit zeitlich überlappenden Einzelimpulsen zu erkennen und zu
30 entschlüsseln.

Das erfindungsgemäße Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren arbeitet, wie bereits oben erwähnt, unabhängig von der Art der Informationskodierung.

Die erfindungsgemäß kodierten Impulsgruppen bilden zunächst nur den Informationsträger. Die Kodierung der Information in der Impulsgruppe kann mit üblichen Verfahren erfolgen. Der Empfänger verwendet zur Bildung des Signalmusters das selbe Verfahren zur Informationskodierung. Auf diese Weise kann der Sender dann nicht nur eine für ihn bestimmte Impulsgruppe erkennen, sondern auch die darin enthaltene Information entschlüsseln.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt einem Empfänger demnach auch bei hoher Datenrate eine Erkennung und Entschlüsselung für ihn bestimmter Signale.

Mit einer genügenden Anzahl von Einzelimpulsen in einer Impulsgruppe wird eine ausreichende Energie übertragen, die es dem Empfänger ermöglicht, eine verschlüsselte Information zu ermitteln.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein zweiter Kodierschritt auf Seiten des Senders vorgesehen, der zeitlich vor, während oder nach dem ersten Kodierschritt durchgeführt werden kann. Im zweiten Kodierschritt wird mindestens ein als Information zu übertragender Bit-Wert in der Impulsgruppe entsprechend einer vorbestimmten Kodierregel kodiert. Die Kodierregel kann beispielsweise beinhalten, dass die Phase der Einzelimpulse je nach Bit-Wert moduliert oder nicht moduliert wird. Die Modulation kann beispielsweise eine Phasenverschiebung um den Wert φ beinhalten. Zu beachten ist, dass der zweite Kodierschritt zusätzlich zum ersten Kodierschritt durchgeführt wird. Das heißt, wenn die Kodierregel besagt, dass zur Übertragung eines bestimmten Bit-Wertes keine Modulation durchgeführt wird, so ist die Impulsgruppe allein entsprechend dem ersten Kodierschritt verschlüsselt.

Bevorzugt führt der Empfänger zur Ermittlung des übertragenen Bit-Wertes im Korrelationsschritt eine Korrelation des Empfangssignals mit einem ersten und mit einem zweiten zu erwartenden Signalmuster durch. Dabei ist das erste und zweite Signalmuster mit den selben Werten der Zufallszahlenfolge kodiert. Jedoch entspricht das erste Signalmuster einer Impulsgruppe, die im zweiten Ko-

dierschritt mit einem ersten Bit-Wert kodiert wird, und das zweite Signalmuster entspricht einer Impulsgruppe die im zweiten Kodierschritt mit einem zweiten, zum ersten komplementäre Bit-Wert kodiert wird. Das Korrelationsergebnis wird je nach von Sender her empfangenen Signal nur bei der Korrelation mit einem
5 der beiden Signalmuster ein von 0 verschiedenes Ergebnis anzeigen. Auf diese Weise kann die übertragene Information einfach ermittelt werden.

Bevorzugt erfolgt die Korrelation des Empfangssignals mit dem ersten und dem zweiten Signalmuster parallel. Es ist aber auch möglich, die Korrelation mit den
10 beiden Signalmustern nacheinander durchzuführen.

Auch für den ersten Kodierschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens sind unterschiedliche Kodierverfahren denkbar. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Einzelimpulse einer Impulsgruppe in Abhängigkeit vom jeweils aktuellen Wert der Zufallszahlenfolge phasenmoduliert. Das heißt, jeder Einzelimpuls
15 wird entsprechend einem nur ihm zugeordneten Wert der Zufallszahlenfolge kodiert. Für eine Impulsgruppe von 8 Einzelimpulsen werden also 8 Werte der Zufallszahlenfolge verwendet.

Vorzugsweise führt der Sender zusätzlich eine Modulation des zeitlichen Abstandes aufeinanderfolgender Impulsgruppen durch. Dieser Schritt wird nachfolgend auch als erste Abstandmodulation bezeichnet. Auf diese Weise wird erreicht, dass die spektrale Energieverteilung der vom Sender aus gesendeten Signale über den gesamten verwendeten Frequenzbereich nicht die von den
20 Regulierungsbehörden vorgeschriebene Maske überschreitet. Eine besonders einfache Variante sieht vor, dass die erste Abstandmodulation in Abhängigkeit von der Zufallszahlenfolge erfolgt. Auf diese Weise können die bei Verwendung anderer Zufallszahlenfolgen notwendigen zusätzlichen Synchronisationsschritte zwischen Sender und Empfänger entfallen.

30 Mit dem erfindungsgemäßen Informationsübertragungsverfahren kann auf einfache Weise auch eine Kanalkodierung erzielt werden. Hierzu wählen Sender und Empfänger in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel die gleiche Zufallsfolge

aus einer Anzahl Zufallsfolgen aus. Der erste Kodierschritt beinhaltet damit zugleich eine Kanalkodierung. Empfänger, die aktuell auf andere Zufallszahlenfolgen zugreifen, werden im Korrelationsschritt kein für Sie bestimmtes Signal erkennen.

5

In einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens führt der Sender zusätzlich eine Modulation des zeitlichen Abstandes der Einzelimpulse der Impulsgruppe voneinander in Abhängigkeit von Werten der Zufallszahlenfolge durch. Auf diese Weise kann die Robustheit des Funkkanals und die spektrale Energieverteilung weiter optimiert werden. Die übertragenen Signale gewinnen an Individualität, was die Wiedererkennung im Empfänger erleichtert.

10

Um die Synchronisation zwischen Sender und Empfänger sicher zu stellen, wird in einem weiteren Ausführungsbeispiel vor dem Beginn der Informationsübertragung eine Synchronisation der Zufallsfolge durchgeführt. In einer weiteren Ausführungsform überträgt der Sender dem Empfänger eine dem Empfänger bekannte Trainingssequenz von Impulsgruppen. Zur weiteren Erhöhung der Datenrate kann im erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen sein, in einer Impulsgruppe zwei Bit-Werte zu übertragen. Dabei wird ein erster Bit-Wert in einer ersten vorbestimmten Anzahl von Einzelimpulsen kodiert und ein zweiter Bit-Wert in der verbleibenden Anzahl Einzelimpulsen. Je nach Anzahl der Einzelimpulse in einer Impulsgruppe kann dieses Prinzip auch zur weiteren Erhöhung der Datenrate verwendet werden, indem pro Impulsgruppe beispielsweise vier oder acht Bit übertragen werden. Bevorzugt erzeugt der Empfänger bei diesem Ausführungsbeispiel eine entsprechende Anzahl von Signalmuster zur Ermittlung der übertragenen Bit-Werte im Korrelationsschritt. So werden beispielsweise vier Signalmuster zur Korrelation herangezogen, wenn in einer Impulsgruppe zwei Bit-Werte kodiert sind.

15

20

25

Zur Anpassung an aktuelle Übertragungsbedingungen ist in einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahrens vorgesehen, einen aktuellen Wert einer von den momentanen Übertragungsbedingungen abhängigen Größe zu ermitteln und die

30

Anzahl der Einzelimpulse pro Impulsgruppe in Abhängigkeit von dem ermittelten aktuellen Wert festzulegen. Mit der Anzahl der Einzelimpulse wird die Kodierungstiefe wie die pro Bit-Wert übertragene Energie erhöht. Auf diese Weise kann auch unter ungünstigen Übertragungsbedingungen eine Informationsübermittlung, wenn auch mit geringfügig verminderte Übertragungsrate stattfinden.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Ultrabreitband-Sendevorrichtung mit einem Impulsgruppengenerator bereitgestellt. Der Impulsgruppengenerator umfasst einen Impulsgenerator, der ausgebildet ist, Einzelimpulse mit einem vorbestimmten Zeitabstand von einander abzugeben. Weiterhin einen Code-Generator, der ausgebildet ist, von den Werten einer Zufallszahlenfolge abhängige Zufallssignale abzugeben. Weiterhin umfasst der Impulsgruppengenerator eine Kodiereinheit, die ausgebildet ist, einen vom Impulsgenerator abgegebenen oder abzugebenden Einzelimpuls in Abhängigkeit vom aktuellen Zufallssignal zu kodieren. Schließlich umfasst der Impulsgruppengenerator eine Steuereinheit, die mit dem Impulsgenerator verbunden und ausgebildet ist, den Impulsgenerator zu vorbestimmten Zeitpunkten zur Abgabe einer Impulsgruppe mit einer vorbestimmten Anzahl von kodierten Einzelimpulsen mit vorbestimmten Zeitabständen voneinander anzusteuern.

Die Ultrabreitband-Sendevorrichtung ermöglicht die Übertragung von Informationen mit Hilfe des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Ultrabreitband-Sendevorrichtung ist die Steuereinheit ausgebildet, den Impulsgenerator anzusteuern, eine Modulation auch des zeitlichen Abstandes aufeinanderfolgender Impulsgruppen durchzuführen (erste Abstandsmodulation). Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Steuereinheit ausgebildet, die erste Abstandmodulation derart zu steuern, dass die spektrale Energieverteilung vom Sender ausgehender Signale vorbestimmte Grenzwerte nicht überschreitet.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Ultrabreitband-Sendevorrichtung erfolgt die erste Abstandsmodulation in Abhängigkeit von der Zufallszahlenfolge.

- 5 Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Steuereinheit ausgebildet, den Impulsgenerator zu einer Modulation des zeitlichen Abstands der Einzelimpulse der Signalimpulsgruppe voneinander in Abhängigkeit von Werten der Zufallszahlenfolge anzusteuern (zweite Abstandmodulation).
- 10 Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird eine Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung mit einem Impulsgruppengenerator bereit gestellt. Der Impulsgruppengenerator entspricht dem der erfindungsgemäßen Ultrabreitband-Sendevorrichtung. Das Signalmuster, das die erfindungsgemäße Empfangsvorrichtung erzeugt, entspricht der intern in der Sendevorrichtung erzeugten Impuls-
- 15 gruppe. Bevorzugt hat der Impulsgruppengenerator der Empfangsvorrichtung zusätzlich eine Filtereinrichtung, die ausgebildet ist, die Impulsgruppe entsprechend einer vorbestimmten Filtercharakteristik zu modifizieren. Die Filtercharakteristik entspricht vorzugsweise der Filtercharakteristik der Antenne des Senders. Bevorzugt werden weitere bekannte Einflussgrößen in der Filtercharakteristik mit
- 20 berücksichtigt. Dies kann insbesondere bei festinstallierten Übertragungseinrichtungen sinnvoll sein, in denen bekannte Quellen von Signalverzerrungen oder Reflexionen auf dem Übertragungsweg berücksichtigt werden können.
- Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel weist der Impulsgruppengenerator der Empfangsvorrichtung eine zweite Kodiereinheit auf, die ausgebildet ist, mindestens einen Bit-Wert in der Impulsgruppe entsprechend einer vorbestimmten Ko-
- 25 dierregel zu kodieren.

- Bei dieser Ausführungsform ist die zweite Kodiereinheit bevorzugt ausgebildet, zusätzlich in einer Kopie der Impulsgruppe den komplementären Bit-Wert ent-
- 30 sprechend der vorbestimmten Kodierregel zu kodieren. Der Impulsgruppengenerator gibt hierbei ein erstes und ein zweites Signalmuster mit komplementären Bit-Werten aus. Diese können dann im Korrelationsschritt zur Ermittlung des in einem Empfangssignal kodierten Bit-Wertes herangezogen werden.

- Bevorzugt weist die Korrelationseinheit zwei Korrelatoren auf, deren erster eine Korrelation des Empfangssignals mit dem ersten Signalmuster und deren zweiter eine Korrelation des Empfangssignals mit dem zweiten Signalmuster ermittelt.
- 5 Eine solche Anordnung ermöglicht die parallele Ermittlung des übertragenen Informationswertes. Nur einer der beiden Korrelatoren wird auf das Empfangssignal „ansprechen“. Die übertragenen Information ist dann eindeutig daran zu erkennen, welcher Korrelator auf das Empfangssignal angesprochen hat.
- 10 Gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung wird eine Ultrabreitband-Sende-Empfangsvorrichtung mit einer Ultrabreitband-Sendevorrichtung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung und einer Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung bereitgestellt.
- 15 Bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Sende-Empfangsvorrichtung ergeben sich aus den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen der Sendevorrichtung und der Empfangsvorrichtung.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand von

20 Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 einen Einzelimpuls in idealer (a), leicht verzerrter (b) und typischerweise empfangener Form (c);
- 25 Figur 2 zwei Ausführungsbeispiele von Impulsgruppen;
- Figur 3 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Ultrabreitband-Senders; und
- 30 Figur 4 ein Ausführungsbeispiel eines Ultrabreitband-Empfängers.

Figur 1a zeigt eine Impulsform eines Einzelimpulses, wie er einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung als ideale (nicht reale) Impulsform zugrunde liegt. Bei der in Figur 1a gezeigten Impulsform handelt es sich um einen Rechteckimpuls. Die Flanken des Rechteckimpulses haben einen Zeitabstand von 80 ps voneinander. Auf Grund der idealerweise vertikalen Anstiegs- und Abstiegsflanken des Rechteckimpulses weist dieser ein unendlich breites Frequenzspektrum auf. Mit Ultrabreitband-Sendern in diesem Zeitbereich erzielbare reale Impulsformen weichen von der Rechteckform ab, selbst wenn der verwendete Impulsgenerator zur Erzeugung eines nahezu idealen Rechteckimpulses in der Lage ist.

Figur 1b) zeigt als Ausführungsbeispiel einer realen Impulsform einen so genannten Gausssschen Monozyklus. Der hier dargestellte Gaussssche Monozyklus hat in seiner Amplitude zunächst einen positiven Ausschlag, der vom Maximum aus entlang einer abfallenden Flanke bis zu einem negativen Maximalausschlag gleicher Amplitude wie der positive Maximalausschlag abfällt. Anschließend steigt die Amplitude wieder auf ihren Ausgangswert an. Diese Impulsform ist um eine durch den Nulldurchgang der abfallenden Flanke verlaufende vertikale Gerade spiegelsymmetrisch. Die zeitliche Breite des hier dargestellten Gausssschen Monozyklus beträgt 200 ps. Ein solcher Gausssscher Monozyklus entsteht beispielsweise auf Grund der begrenzten Filtercharakteristik der in einem Sender verwendeten Bauelemente aus einem idealen Rechteckimpuls, wie er in Figur 1a gezeigt ist.

Figur 1 c) zeigt eine Impulsform, die dem von einem Ultrabreitband-Sender ausgesendeten Signal eines Einzelimpulses entspricht. Die dargestellte Impulsform weist in ihrer Amplitude eine Vielzahl von Schwingungen auf, die sich in etwa symmetrisch um einen mittleren Maximalausschlag gruppieren. Zu den Rändern hin nimmt die Amplitude der Schwingungsmaxima und -minima ab. Die gesamte Impulsform erstreckt sich zeitlich über etwa 1 bis 2 ns.

Die vorstehend im Zusammenhang mit den Figuren 1a) bis 1c) genannten Zeitangaben sind als Beispiele zu verstehen. Es versteht sich, dass je nach verwen-

deten Bauelementen in einem Sender oder Empfänger auch andere Impulsbreiten und -formen erzielt werden können, die sich in gleicher Weise zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignen.

- 5 Bei den nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispielen wird davon ausgegangen, dass der Sender auf Grund der spektralen Filtercharakteristik der in ihm verwendeten Bauelemente Einzelimpulse mit der in Figur 1 c gezeigten Impulsform aussendet. Dies stellt im Hinblick auf die Unterscheidbarkeit der Einzelimpulse anhand ihrer Impulsform ein „worst-case“-Szenario dar. Die Einzelimpulse
10 überlappen zeitlich und bewirken im Empfangssignal aufgrund der Interferenz entweder eine Verstärkung oder eine Abschwächung. Dies führt typischerweise dazu, dass Einzelimpulse einer Impulsgruppe im empfangenen Signal nicht mehr voneinander trennbar sind.
- 15 Diese Überlegungen bilden einen Ansatzpunkt des erfindungsgemäßen Verfahrens, das nun anhand der Beschreibung von zwei Ausführungsbeispielen von Impulsgruppen näher erläutert wird. Bei den nachfolgend anhand von Figur 2 erläuterten Impulsgruppen werden jedoch zur Verdeutlichung der Darstellung ideale Einzelimpulse entsprechend Figur 1a dargestellt. Es versteht sich, dass
20 die vom Sender abgestrahlte reale Impulsform je nach spektraler Bandbreite der in ihm verwendeten Bauelemente eine Impulsform aufweist, die einer der in Figur 1 dargestellten Impulsformen jeweils mehr oder weniger ähnelt.

- Figur 2 zeigt zwei Ausführungsbeispiele von Impulsgruppen wie sie im erfindungsgemäßen Übertragungsverfahren erzeugt werden können. Beide Impulsgruppen werden aus 8 Einzelimpulsen mit einem mittleren zeitlichen Abstand von
25 jeweils 400 ps zueinander gebildet. Unter dem zeitlichen Abstand ist hier die Zeitspanne zwischen dem Beginn eines Einzelimpulses und dem Beginn eines nachfolgenden Einzelimpulses zu verstehen. Im Ausführungsbeispiel der Figur
30 2a) ist der Zeitabstand zwischen den Einzelimpulsen der Impulsgruppe fest und beträgt 400 ps. Legt man zusätzlich eine Impulsbreite von 80 ps pro idealem Einzelimpuls zu Grunde, beträgt die von allen 8 Einzelimpulsen der Impulsgruppe umfasste Zeitspanne 3,2 ns. Dies ist die so genannte Burst-Dauer.

Die Einzelimpulse sind entsprechend den Werten einer Zufallszahlenfolge binär phasenverschoben. Wird ein Einzelimpuls mit einer positiven Amplitude gebildet, soll dies in den vorliegenden Ausführungsbeispielen einer logischen 1 entsprechen, und ist Einzelimpuls negativ, so bedeutet dies vorliegend eine logische 0. Der Code-Wert wird beispielsweise mit Hilfe eines 8 Bit breiten Quasi-Zufallszahlengenerator erzeugt. Der in der Impulsgruppe der Figur 2a) enthaltene Code entspricht demnach „11110100“. An die Impulsgruppe schließt sich eine Ruhezeit (Guard-Time) von 3,2 ns an.

Das in Figur 2b) gezeigte Ausführungsbeispiel einer Impulsgruppe unterscheidet sich von dem der Figur 2a) zunächst im Zufallszahlen-Code. Hier ist der Code „10101011“. Weiterhin unterscheidet sich die Impulsgruppe der Figur 2b) von der der Figur 2a) dadurch, dass der Zeitabstand zwischen den Einzelimpulsen nicht gleichförmig 400 ps beträgt, sondern variiert. Die Modulation der Zeitabstände der Einzelimpulse folgt ebenfalls dem Code der Zufallszahlenfolge. Ist der Code-Wert eine logische 1, so ist der Zeitabstand zum nachfolgenden Einzelimpuls erhöht. Ist der Code-Wert eine logische 0, so ist der Zeitabstand unverändert gegenüber dem vorgegebenen Wert von 400 ps. Nimmt man als Beispiel für die Zeitmodulation eine Vergrößerung des Abstandes zwischen zwei Einzelimpulsen von 400 auf 800 ps im Falle einer logischen 1, so ergibt sich eine Burst-Dauer von 5,2 ns, an die sich wiederum ein Guard-Intervall von 3,2 ns anschließt. Es versteht sich, dass auch andere Zeitabstände für die Zeitmodulation verwendet werden können. Bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 2b) ist die Burst-Dauer abhängig vom aktuellen Code der Impulsgruppe. Die Verzögerung verschwindet, wenn alle Einzelimpulse den Code 0 tragen. Je nach gewähltem Modulationsabstand erhöht sich die Verzögerung. Am höchsten ist sie für den Code 255, der 8 logischen Einsen entspricht.

Zur Kodierung eines Informationswertes in den in Figur 2a) und b) dargestellten Impulsgruppen kann in einem Ausführungsbeispiel eine weitere Phasenmodulation vorgenommen werden. Für eine zu übertragende logische 1 wird die gesamte Impulsfolge invertiert und für eine zu übertragende logische 0 wird die gesam-

te Impulsfolge nicht invertiert. Da der Empfänger über den ursprünglichen Code der in der empfangenden Impulsgruppe verwendeten Zufallszahlenfolge verfügt, kann er feststellen, ob das bei ihm eingehende Signal einer Impulsgruppe gegenüber den aktuellen Werten der Zufallszahlenfolge invertiert oder nicht invertiert ist und so den enthaltenen Informationswert entschlüsseln. Eine technische Realisierungsmöglichkeit der Code-Entschlüsselung zur Ermittlung des übertragenen Informationswertes wird weiter unten anhand von Figur 4 beschrieben.

Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Ultrabreitband-Senders 10. Der Sender weist einen Eingang für Daten 12 auf. Die am Dateneingang 12 anliegenden Daten überträgt der Sender 10 mit Hilfe des erfindungsgemäßen Ultrabreitband-Datenübertragungsverfahrens an einen Empfänger. Der Dateneingang kann beispielsweise in digitaler Form vorliegende Audio-Daten, Bild-Daten, Video-Daten oder sonstige Daten an einen ihm nachgeschalteten Kodierer 14 abgeben. Der Kodierer 14 ist über einen weiteren Eingang mit einem Code-Generator 16 verbunden. Der Code-Generator 16 ist ein Quasi-Zufallsgenerator, der dem Kodierer einen Zufallszahlencode mit einer Breite überträgt, die in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen entweder fest vorgegeben ist oder von einer Steuereinheit 18 in Anpassung an aktuelle Übertragungsbedingungen vorgegeben werden kann. Ein Impulsgenerator 20 ist eingangsseitig mit dem Kodierer 14 verbunden und erhält von diesem die Steuerinformationen zur Erzeugung einer mit einem Zufallscode kodierten, Nutzinformation tragenden Impulsgruppe. Die Kombination des Kodierers 14, des Code-Generators 16, der Steuereinheit 18 und des Impulsgenerators 20 bildet einen Impulsgruppengenerator. Die vom Impulsgruppengenerator erzeugten Impulsgruppen werden über eine Antenne 22 abgestrahlt.

Die Steuereinheit 18 gibt dem Impulsgenerator, dem Code-Generator und dem Kodierer die Anzahl der Einzelimpulse pro Impulsgruppe und die Zeitabstände zwischen den Einzelimpulsen einer Impulsgruppe in Abhängigkeit von der Zufallszahlenfolge vor. Damit kann auch in schwierigem Umfeld die Übertragung robuster gemacht werden.

Der Code-Generator 16 verfügt in einem Ausführungsbeispiel über eine Anzahl unterschiedlicher Quasi-Zufallszahlenfolgen, etwa in Form unterschiedlicher Zufallsfolgen-Generatoren, die unabhängig voneinander Zufallszahlen ausgeben können. Die Steuereinheit 18 gibt dem Code-Generator 16 vor, welche Zufallszahlenfolge für eine aktuelle Übertragung verwendet werden soll. Auf diese Weise wird eine Kanalkodierung erzielt.

Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung 30. Einer Antenne 32 sind parallel zwei Korrelatoren 34 und 36 nachgeschaltet. Beide Korrelatoren leiten ihr Ausgangssignal einer Signalverarbeitungseinheit 38 zu, deren Ausgang mit einer Datenausgabereinheit 40 verbunden ist.

Den Korrelatoren 34 und 36 vorgeschaltet sind zwei Impulsgruppengeneratoren, deren Funktion dem senderseitigen Impulsgruppengenerator entsprechen. Dem Korrelator 34 sind ein Impulsgenerator 42 und ein Kodierer 44 zugeordnet. Dem Korrelator 36 sind ein Impulsgenerator 46 und ein Kodierer 48 zugeordnet. Die Kodierer 44 und 48 erhalten von einem Code-Generator 50 denselben Code. Eine Steuereinheit 52 steuert in gleicher Weise wie die Steuereinheit 18 des Senders der Figur 3 parallel den Betrieb der Kodierer 44 und 48 sowie der Impulsgeneratoren 42 und 46. Weiterhin ist sie ausgangsseitig mit dem Codegenerator 50 verbunden.

Im Betrieb des Empfängers der Figur 4 wird ein empfangenes Signal den Korrelatoren 34 und 36 zugeleitet. Der Korrelator 34 bestimmt die Korrelation des empfangenen Signals mit einem auf den aktuellen Werten der Zufallsfolge basierenden Signalmuster einer Impulsgruppe. Der Kodierer 44 kodiert dabei eine logische 1 in das Signalmuster, das der Impulsgenerator 42 erzeugt. Auf der anderen Seite kodiert der Kodierer 48 eine logische 0 in ein Signalmuster, das der Impulsgenerator 46 erzeugt, und das ansonsten auf den selben Werten der Zufallszahlenfolge beruht, die der Code-Generator 50 ausgibt. Wenn Sender und Empfänger die selben Werte der Zufallszahlenfolge verwenden, wird einer der Korrelatoren 34 und 36 ein signifikantes Ausgangssignal an die Signalverarbeitungseinheit 38 ausgeben, während der andere kein signifikantes Ausgangssig-

nal aufweist. Dieses Muster zeigt zunächst an, dass ein Bit gültig übertragen und empfangen wurde. Die Signalverarbeitungseinheit ermittelt aus dem Eingang, an dem das von 0 verschiedene Signal anliegt, von welchen der beiden Korrelatoren 34 und 36 das Signal stammt. Aus dieser Information kann dann auch die mit der
5 empfangenen Impulsgruppe übertragene Bit-Information ermittelt werden. Der jeweilige Bit-Wert wird an die Datenausgabe 40 weitergeleitet.

Ein Ausführungsbeispiel einer Sende-Empfangsvorrichtung weist Sender gemäß Figur 3 und einen Empfänger gemäß Figur 4 auf.

Patentansprüche

1. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren, mit
 - 5 - einem ersten Codierschritt auf der Seite des Senders, bei dem eine Impulsgruppe, die aus einer vorbestimmten Anzahl Einzelimpulsen auf eine solche Weise gebildet wird, dass sich die Einzelimpulse nach der Impulsformung teilweise zeitlich überlappen, in Abhängigkeit von Werten einer Zufallszahlenfolge codiert wird, und mit
 - 10 - einem Korrelationsschritt auf der Seite des Empfängers, in dem eine Korrelation eines Empfangssignals mit einem Signalmuster durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Signalmuster der bei Verwendung derselben Werte der Zufallszahlenfolge zu erwartenden gesamten Impulsgruppe entspricht.
 - 15
2. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach Anspruch 1, mit einem zweiten Codierschritt auf Seiten des Senders vor, während oder nach dem ersten Codierschritt, in dem mindestens ein als Information zu
 - 20 übertragender Bitwert in der Impulsgruppe entsprechend einer vorbestimmten Kodierregel kodiert wird.
3. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach Anspruch 2, bei dem zur Ermittlung des übertragenen Bitwerts im Korrelationsschritt eine
 - 25 Korrelation des Empfangssignals mit einem ersten und mit einem zweiten zu erwartenden Signalmuster durchgeführt wird, wobei das erste und zweite Signalmuster mit denselben Werten der Zufallszahlenfolge kodiert sind und das erste Signalmuster einer Impulsgruppe entspricht, die im zweiten Codierschritt mit einem ersten Bitwert kodiert wird, und das zweite Signalmuster einer Impulsgruppe entspricht, die im zweiten Codierschritt mit ei-
 - 30 nem zweiten, komplementären Bitwert kodiert wird.

4. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach Anspruch 3, bei dem die Korrelation des Empfangssignals mit dem ersten und dem zweiten Signalmuster parallel erfolgt.
- 5 5. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem im ersten Kodierschritt die Einzelimpulse in Abhängigkeit vom jeweils aktuellen Wert der Zufallszahlenfolge phasenmoduliert werden.
- 10 6. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem der Sender zusätzlich eine Modulation des zeitlichen Abstandes aufeinander folgender Impulsgruppen durchführt (erste Abstandsmodulation).
- 15 7. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach Anspruch 6, bei dem die erste Abstandsmodulation derart erfolgt, dass die spektrale Energieverteilung vom Sender ausgehender Signale vorbestimmte Grenzwerte nicht überschreitet.
- 20 8. Ultrabreitband- Informationsübertragungsverfahren nach Anspruch 2, bei dem die erste Abstandsmodulation in Abhängigkeit von der Zufallszahlenfolge erfolgt.
- 25 9. Ultrabreitband- Informationsübertragungsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem Sender und Empfänger die gleiche Zufallsfolge aus einer Anzahl Zufallszahlenfolgen auswählen und der erste Kodierschritt zugleich zur Kanalkodierung verwendet wird.
- 30 10. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Sender eine Modulation des zeitlichen Abstandes der Einzelimpulse der Impulsgruppe von einander in Abhängigkeit von Werten der Zufallszahlenfolge durchführt (zweite Abstandsmodulation).
11. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem Sender und Empfänger vor dem Beginn der

Informationsübertragung eine Synchronisation der Zufallszahlenfolge durchführen.

- 5 12. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Sender eine dem Empfänger bekannte Trainingssequenz von Impulsgruppen zum Empfänger überträgt.
- 10 13. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die vorbestimmte Regel zur Kodierung eines Bitwerts das Invertieren oder Nichtinvertieren, je nach Bitwert, aller Einzelimpulse einer Impulsgruppe vorsieht.
- 15 14. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem zwei Bitwerte in einer Impulsgruppe übertragen werden, wobei ein erster Bitwert in einer ersten vorbestimmte Anzahl Einzelimpulsen kodiert wird und ein zweiter Bitwert in der verbleibenden Anzahl Einzelimpulsen kodiert wird.
- 20 15. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach Anspruch 14, bei dem zur Ermittlung der übertragenen Bitwerte auf Seiten des Empfängers im Korrelationsschritt eine Korrelation des Empfangssignals mit vier zu erwartenden Signalmustern durchgeführt wird.
- 25 16. Ultrabreitband-Informationsübertragungsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem ein aktueller Wert einer von den momentanen Übertragungsbedingungen abhängigen Größe ermittelt wird und die Anzahl der Einzelimpulse der Impulsgruppe in Abhängigkeit von dem aktuellen Wert bestimmt wird.
- 30 17. Ultrabreitband-Sendevorrichtung, mit einem Impulsgruppengenerator umfassend
 - einen Impulsgenerator, der ausgebildet ist, Einzelimpulse mit einem vorbestimmbaren Zeitabstand von einander abzugeben,

- einen Codegenerator, der ausgebildet ist, von den Werten einer Zufallszahlenfolge abhängige Zufallssignale abzugeben,
- 5 - eine Kodiereinheit, die ausgebildet ist, einen vom Impulsgenerator abgegebenen oder abzugebenden Einzelimpuls in Abhängigkeit vom aktuellen Zufallssignal zu kodieren, und
- 10 - eine Steuereinheit, die mit dem Impulsgenerator verbunden und die ausgebildet ist, den Impulsgenerator zu vorbestimmbaren Zeitpunkten zur Abgabe einer Impulsgruppe mit einer vorbestimmten Anzahl von kodierten Einzelimpulsen mit vorbestimmten Zeitabständen voneinander anzu-
- 15 18. Ultrabreitband-Sendevorrichtung nach Anspruch 17, bei dem die Steuereinheit ausgebildet ist, den Impulsgenerator anzusteuern, eine Modulation des zeitlichen Abstandes aufeinander folgender Impulsgruppen durchzuführen(erste Abstandsmodulation).
- 20 19. Ultrabreitband-Sendevorrichtung nach Anspruch 18, bei dem die Steuereinheit die erste Abstandsmodulation derart steuert, dass die spektrale Energieverteilung vom Sender ausgehender Signale vorbestimmte Grenzwerte nicht überschreitet.
- 25 20. Ultrabreitband-Sendevorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, bei dem die erste Abstandsmodulation in Abhängigkeit von der Zufallszahlenfolge erfolgt.
- 30 21. Ultrabreitband- Sendevorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, bei dem die Steuereinheit ausgebildet ist, die Zufallszahlenfolge auszuwählen, deren Werte den ausgegebenen Zufallssignalen des Codegenerators zugrunde liegt.

22. Ultrabreitband- Sendevorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, bei dem die Steuereinheit ausgebildet ist, den Impulsgenerator zu einer Modulation des zeitlichen Abstandes der Einzelimpulse der Signalimpulsgruppe von einander in Abhängigkeit von Werten der Zufallszahlenfolge (zweite Abstandsmodulation) anzusteuern.
23. Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung, mit einem Impulsgruppengenerator umfassend
- einen Impulsgenerator, der ausgebildet ist, Einzelimpulse mit einem vorbestimmbaren Zeitabstand von einander abzugeben,
 - einen Codegenerator, der ausgebildet ist, von den Werten einer Zufallszahlenfolge abhängige Zufallssignale abzugeben,
 - eine erste Kodiereinheit, die ausgebildet ist, einen vom Impulsgenerator abgegebenen oder abzugebenden Einzelimpuls in Abhängigkeit vom aktuellen Zufallssignal zu kodieren, und
 - eine Steuereinheit, die mit dem Impulsgenerator verbunden und die ausgebildet ist, den Impulsgenerator zu vorbestimmbaren Zeitpunkten zur Abgabe mindestens eines Signalmusters in Form einer Impulsgruppe mit einer vorbestimmten Anzahl von kodierten Einzelimpulsen mit vorbestimmten Zeitabständen voneinander anzusteuern, und mit einer Korrelationseinheit, die mit dem Impulsgruppengenerator verbunden und ausgebildet ist, ein von der Korrelation eines Empfangssignals mit dem Signalmuster abhängiges Ausgangssignal abzugeben.
24. Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung nach Anspruch 23, bei der die Korrelationseinheit einen temporären Speicher für das Signalmuster aufweist.
25. Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung nach Anspruch 23, bei der der Impulsgruppengenerator eine Filtereinrichtung aufweist, die ausgebildet ist,

die Impulsgruppe entsprechend einer vorbestimmten Filtercharakteristik zu modifizieren.

- 5 26. Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung nach Anspruch 23, bei der der Impulsgruppengenerator eine zweite Kodiereinheit aufweist, die ausgebildet ist, mindestens einen Bitwert in der Impulsgruppe entsprechend einer vorbestimmten Kodierregel zu kodieren.
- 10 27. Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung nach Anspruch 23, bei der die zweite Kodiereinheit ausgebildet ist, zusätzlich in einer Kopie der Impulsgruppe den komplementären Bitwert entsprechend der vorbestimmten Kodierregel zu kodieren, und bei der der Impulsgruppengenerator ein erstes und ein zweites Signalmuster mit komplementären Bitwerten ausgibt.
- 15 28. Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung nach Anspruch 23, bei der die Korrelationseinheit zwei Korrelatoren aufweist, deren erster eine Korrelation des Empfangssignals mit dem ersten Signalmuster und deren zweiter eine Korrelation des Empfangssignals mit dem zweiten Signalmuster ermittelt.
- 20 29. Ultrabreitband-Sende-Empfangs-Vorrichtung, mit einer Ultrabreitband-Sendevorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 22 und einer Ultrabreitband-Empfangsvorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 28.

1/3

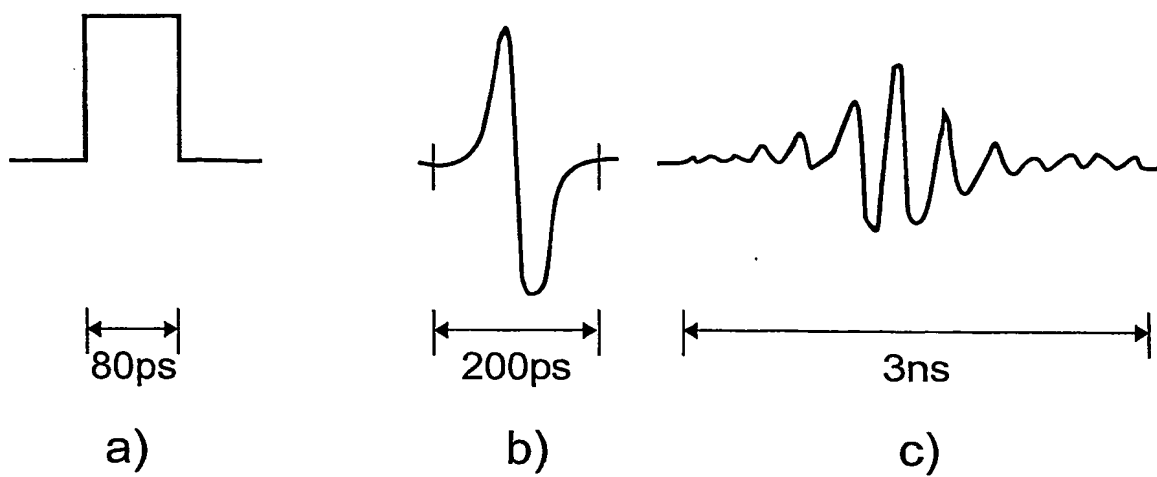


Fig.1

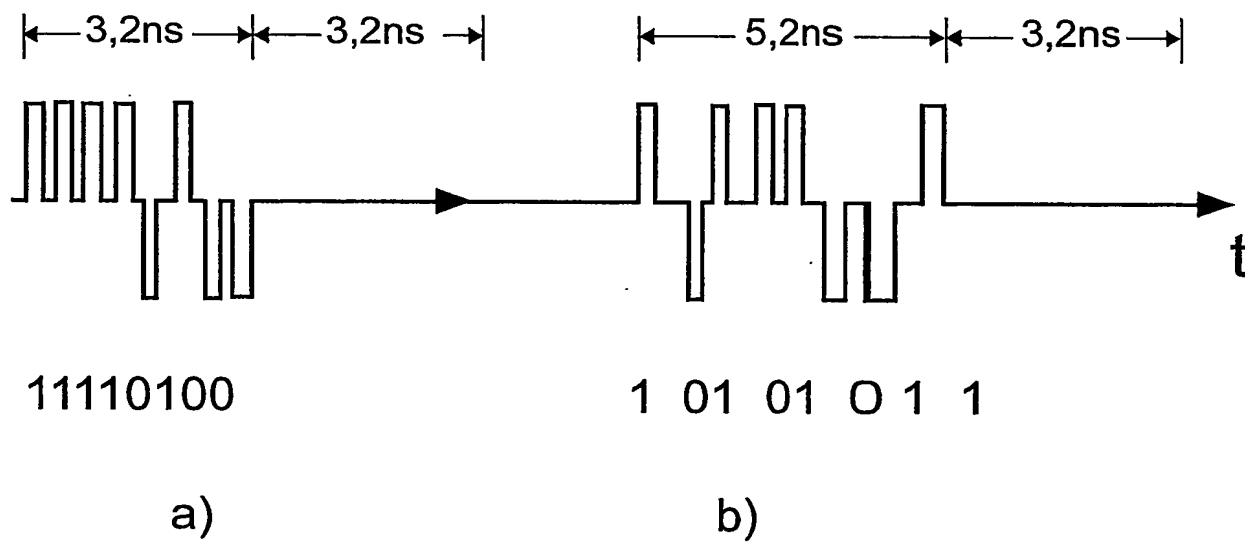


Fig.2

2/3

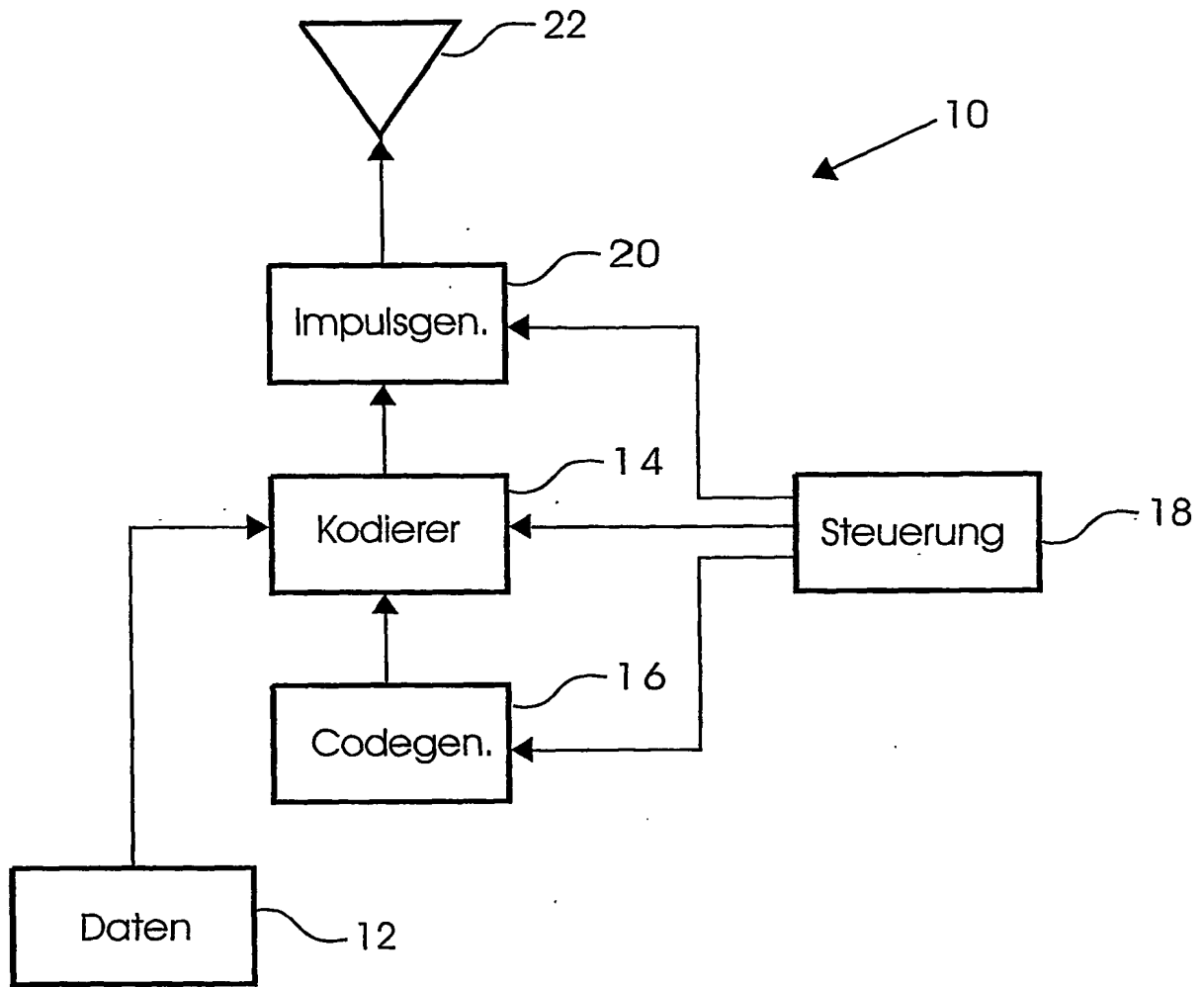


Fig.3

3/3

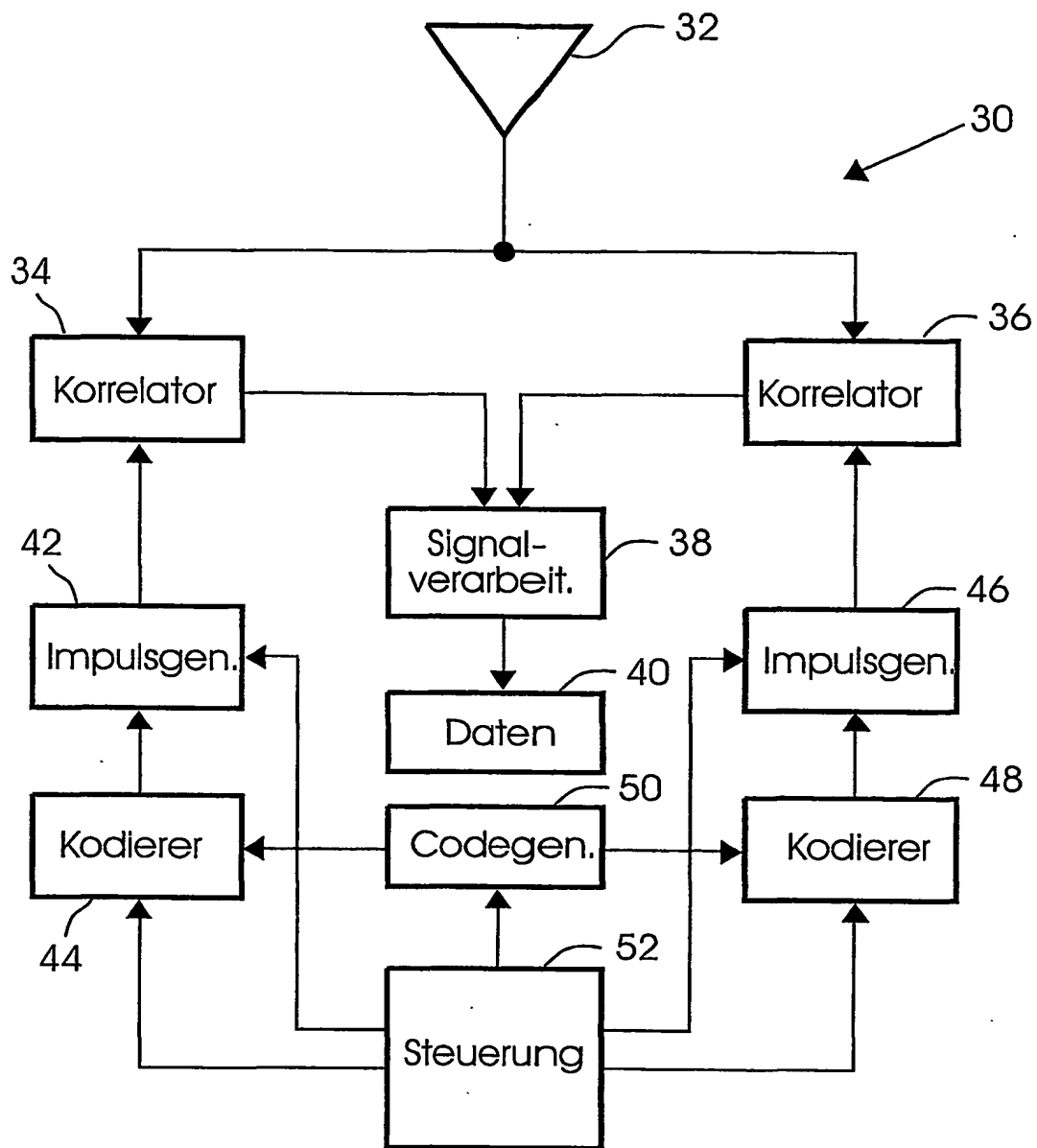


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte onal Application No
PC 1/EP2004/011482A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04B1/69

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 January 2005

Date of mailing of the international search report

15/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ricciardi, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC/P2004/011482

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ZEISBERG S ET AL: "PERFORMANCE LIMITS OF ULTRA-WIDEBAND BASIC MODULATION PRINCIPLES" GLOBECOM'01. 2001 IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE. SAN ANTONIO, TX, NOV. 25 - 29, 2001, IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. VOL. 2 OF 6, 25 November 2001 (2001-11-25), pages 816-820, XP001099219 ISBN: 0-7803-7206-9 cited in the application page 816, left-hand column, paragraph 2 - right-hand column, paragraph 2; figure 2 page 816, right-hand column, paragraph 3 - page 817, right-hand column, paragraph 1 the whole document	1,17,23
Y		2-16, 18-22, 24-29
Y	US 5 677 927 A (FULLERTON LARRY W ET AL) 14 October 1997 (1997-10-14) abstract; figures 10,12,14 column 13, line 27 - line 47 column 14, line 44 - line 65 column 16, line 39 - line 56 column 17, line 23 - column 18, line 7	2-16, 18-22, 24-29
P,X	US 2004/179582 A1 (SUZUKI MITSUHIRO) 16 September 2004 (2004-09-16) abstract; figures 5-7,10,11,16,26-28 paragraph '0107! - paragraph '0121! paragraph '0176! - paragraph '0193!	1-29
A	US 5 687 169 A (FULLERTON LARRY W) 11 November 1997 (1997-11-11) abstract; figures 17,18 column 13, line 50 - column 14, line 60	1-29
A	WO 96/41432 A (PULSON COMMUNICATIONS CORP INC) 19 December 1996 (1996-12-19) abstract; figures 3,4 page 13, line 9 - line 26 page 20, line 25 - page 23, line 2	1-29
	----- -/--	

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>SHALABY H M H: "Optical OPPM-CDMA receivers with chip-level detectors" IEEE PROCEEDINGS : COMMUNICATIONS, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, GB, vol. 148, no. 1, 13 February 2001 (2001-02-13), pages 31-37, XP006016110 ISSN: 1350-2425 the whole document</p>	1-29
P,A	<p>WILSON R D ET AL: "Comparison of CDMA and Modulation Schemes for UWB Radio in a Multipath Environment" GLOBECOM'03. 2003 - IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE. CONFERENCE PROCEEDINGS. SAN FRANCISCO, DEC. 1 - 5, 2003, IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. VOL. 7 OF 7, 1 December 2003 (2003-12-01), pages 754-758, XP010678166 ISBN: 0-7803-7974-8 abstract page 754, left-hand column, paragraph 2 page 756, right-hand column, paragraph DS-CDMA</p>	1-29
P,A	<p>NEY DA SILVA J A ET AL: "Performance Comparison of Binary and Quaternary UWB Modulation Schemes" GLOBECOM'03. 2003 - IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE. CONFERENCE PROCEEDINGS. SAN FRANCISCO, DEC. 1 - 5, 2003, IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. VOL. 7 OF 7, 1 December 2003 (2003-12-01), pages 789-793, XP010678173 ISBN: 0-7803-7974-8 the whole document</p>	1-29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/011482

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5677927	A	14-10-1997	AU 712260 B2	04-11-1999
			AU 3685595 A	09-04-1996
			CA 2200475 A1	28-03-1996
			CN 1169220 A ,B	31-12-1997
			EP 0782791 A1	09-07-1997
			HK 1007472 A1	29-08-2003
			JP 10508725 T	25-08-1998
			US 6430208 B1	06-08-2002
			WO 9609694 A1	28-03-1996
			US 2003043931 A1	06-03-2003
			US 6549567 B1	15-04-2003
			US 5832035 A	03-11-1998
			US 2004233973 A1	25-11-2004
			US 6031862 A	29-02-2000
			US 5963581 A	05-10-1999
			US 5995534 A	30-11-1999
			US 5960031 A	28-09-1999
US 2004179582	A1	16-09-2004	JP 2004221939 A	05-08-2004
US 5687169	A	11-11-1997	AU 712518 B2	11-11-1999
			AU 5673996 A	18-11-1996
			CA 2219485 A1	31-10-1996
			CN 1185247 A	17-06-1998
			DE 69633007 D1	02-09-2004
			EP 0823152 A1	11-02-1998
			JP 11504480 T	20-04-1999
			WO 9634462 A1	31-10-1996
			US 6549567 B1	15-04-2003
			US 5832035 A	03-11-1998
WO 9641432	A	19-12-1996	AU 6266296 A	30-12-1996
			DE 69610091 D1	05-10-2000
			DE 69610091 T2	05-04-2001
			EP 0830755 A1	25-03-1998
			WO 9641432 A1	19-12-1996
			US 6549567 B1	15-04-2003
			US 5832035 A	03-11-1998

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04B1/69

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETERecherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Januar 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/02/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ricciardi, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>ZEISBERG S ET AL: "PERFORMANCE LIMITS OF ULTRA-WIDEBAND BASIC MODULATION PRINCIPLES"</p> <p>GLOBECOM'01. 2001 IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE. SAN ANTONIO, TX, NOV. 25 - 29, 2001, IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. VOL. 2 OF 6, 25. November 2001 (2001-11-25), Seiten 816-820, XP001099219 ISBN: 0-7803-7206-9 in der Anmeldung erwähnt</p> <p>Seite 816, linke Spalte, Absatz 2 - rechte Spalte, Absatz 2; Abbildung 2</p> <p>Seite 816, rechte Spalte, Absatz 3 - Seite 817, rechte Spalte, Absatz 1</p>	1,17,23
Y	das ganze Dokument	2-16, 18-22, 24-29
Y	<p>-----</p> <p>US 5 677 927 A (FULLERTON LARRY W ET AL) 14. Oktober 1997 (1997-10-14)</p> <p>Zusammenfassung; Abbildungen 10,12,14 Spalte 13, Zeile 27 - Zeile 47 Spalte 14, Zeile 44 - Zeile 65 Spalte 16, Zeile 39 - Zeile 56 Spalte 17, Zeile 23 - Spalte 18, Zeile 7</p>	2-16, 18-22, 24-29
P,X	<p>-----</p> <p>US 2004/179582 A1 (SUZUKI MITSUHIRO) 16. September 2004 (2004-09-16) Zusammenfassung; Abbildungen 5-7,10,11,16,26-28 Absatz '0107! - Absatz '0121! Absatz '0176! - Absatz '0193!</p>	1-29
A	<p>-----</p> <p>US 5 687 169 A (FULLERTON LARRY W) 11. November 1997 (1997-11-11) Zusammenfassung; Abbildungen 17,18 Spalte 13, Zeile 50 - Spalte 14, Zeile 60</p>	1-29
A	<p>-----</p> <p>WO 96/41432 A (PULSON COMMUNICATIONS CORP INC) 19. Dezember 1996 (1996-12-19) Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 Seite 13, Zeile 9 - Zeile 26 Seite 20, Zeile 25 - Seite 23, Zeile 2</p> <p>-----</p> <p>-----</p>	1-29
	----- -/--	

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	SHALABY H M H: "Optical OPPM-CDMA receivers with chip-level detectors" IEEE PROCEEDINGS : COMMUNICATIONS, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, GB, Bd. 148, Nr. 1, 13. Februar 2001 (2001-02-13), Seiten 31-37, XP006016110 ISSN: 1350-2425 das ganze Dokument	1-29
P,A	----- WILSON R D ET AL: "Comparison of CDMA and Modulation Schemes for UWB Radio in a Multipath Environment" GLOBECOM'03. 2003 - IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE. CONFERENCE PROCEEDINGS. SAN FRANCISCO, DEC. 1 - 5, 2003, IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. VOL. 7 OF 7, 1. Dezember 2003 (2003-12-01), Seiten 754-758, XP010678166 ISBN: 0-7803-7974-8 Zusammenfassung Seite 754, linke Spalte, Absatz 2 Seite 756, rechte Spalte, Absatz DS-CDMA	1-29
P,A	----- NEY DA SILVA J A ET AL: "Performance Comparison of Binary and Quaternary UWB Modulation Schemes" GLOBECOM'03. 2003 - IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE. CONFERENCE PROCEEDINGS. SAN FRANCISCO, DEC. 1 - 5, 2003, IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. VOL. 7 OF 7, 1. Dezember 2003 (2003-12-01), Seiten 789-793, XP010678173 ISBN: 0-7803-7974-8 das ganze Dokument	1-29

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5677927	A	14-10-1997	AU	712260 B2	04-11-1999
			AU	3685595 A	09-04-1996
			CA	2200475 A1	28-03-1996
			CN	1169220 A ,B	31-12-1997
			EP	0782791 A1	09-07-1997
			HK	1007472 A1	29-08-2003
			JP	10508725 T	25-08-1998
			US	6430208 B1	06-08-2002
			WO	9609694 A1	28-03-1996
			US	2003043931 A1	06-03-2003
			US	6549567 B1	15-04-2003
			US	5832035 A	03-11-1998
			US	2004233973 A1	25-11-2004
			US	6031862 A	29-02-2000
			US	5963581 A	05-10-1999
			US	5995534 A	30-11-1999
			US	5960031 A	28-09-1999
<hr/>					
US 2004179582	A1	16-09-2004	JP	2004221939 A	05-08-2004
<hr/>					
US 5687169	A	11-11-1997	AU	712518 B2	11-11-1999
			AU	5673996 A	18-11-1996
			CA	2219485 A1	31-10-1996
			CN	1185247 A	17-06-1998
			DE	69633007 D1	02-09-2004
			EP	0823152 A1	11-02-1998
			JP	11504480 T	20-04-1999
			WO	9634462 A1	31-10-1996
			US	6549567 B1	15-04-2003
			US	5832035 A	03-11-1998
<hr/>					
WO 9641432	A	19-12-1996	AU	6266296 A	30-12-1996
			DE	69610091 D1	05-10-2000
			DE	69610091 T2	05-04-2001
			EP	0830755 A1	25-03-1998
			WO	9641432 A1	19-12-1996
			US	6549567 B1	15-04-2003
			US	5832035 A	03-11-1998
<hr/>					